

Pengaruh Natrium Sulfat Terhadap Kekuatan Impact Dan Kerusakan Batu Tempel Plastik-Pasir Dan Batu Apung

Jonathan Lasrio, Ngakan Putu Gede Suardana, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Sampah merupakan sesuatu yang tidak dipakai lagi dan dibuang dari aktivitas makhluk hidup. Di Indonesia, produksi sampah mencapai 34.511.278,65 ton pada tahun 2020, 17,1% diantaranya merupakan sampah plastik. Zat-zat yang terkandung pada limbah sampah plastik sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini dilakukan berdasarkan salah satu prinsip dari 3R yaitu recycle. Limbah plastik jenis HDPE diolah menjadi batu tempel dimana plastik sebagai pengikat dengan penguat pasir dan batu apung (1 : 2 : 1). Pengujian yang dilakukan adalah uji kerusakan dengan cara perendaman dengan natrium sulfat 5%, 10%, dan 15% selama 30 hari, uji impact dan uji foto mikro. Sebagai pembandingan, pengujian yang sama juga dilakukan pada batu paras Silakarang. Perendaman natrium sulfat 15% menyebabkan kerusakan tertinggi terhadap spesimen yaitu sebesar 1,72% pada batu tempel plastik. Data hasil uji impact tertinggi yaitu batu tempel plastik tanpa perendaman natrium yaitu sebesar 0,0073 J/mm². Hasil uji foto mikro dapat melihat morfologi permukaan komposit. Hasil pengujian menunjukkan batu tempel komposit tanpa perendaman memiliki nilai tertinggi. Perlakuan dengan natrium sulfat dengan konsentrasi yang lebih tinggi mengakibatkan kerusakan yang lebih tinggi dan nilai impactnya lebih rendah.

Kata kunci : Batu tempel, Natrium sulfat, Uji impact, High Density Polyethylene

Abstract

Garbage is something that is no longer used and is discarded from the activities of living things. In Indonesia, waste production reached 34,511,278.65 tons in 2020, 17.1% of which was plastic waste. The substances contained in plastic waste are very dangerous for human health and can also cause environmental pollution. This research was conducted based on one of the 3R principles, namely recycle. HDPE type of plastic waste is processed into outboard stone where plastic is used as a binder with sand and pumice (1:2:1). The tests carried out were damage test by immersion with 5%, 10%, and 15% sodium sulfate for 30 days, impact test and micro photo test. As a comparison, the same test was also carried out on Silakarang sandstone. The immersion of 15% sodium sulfate caused the highest damage to the specimen, which was 1.72% on the plastic paste stone. The data from the highest impact test was plastic outboard stone without sodium immersion, which was 0.0073 J/mm². The results of the micro photo test can see the surface morphology of the composite. The test results showed that the composite paste stone without immersion had the highest value. Treatment with higher concentrations of sodium sulfate resulted in higher damage and lower impact strength.

Key Word : Paste stone, Sodium sulfate, Impact test, High Density Polyethylene

1. Pendahuluan

Di Indonesia, produksi sampah mencapai 34.511.278,65 ton pada tahun 2020, diantaranya, sampah plastik mencapai 17,1%. Salah satu penghasil sampah terbanyak di Indonesia adalah provinsi Bali. Permasalahan tersebut merupakan hal yang sudah lama terjadi di pulau Bali dan banyak pula media asing yang telah mengamati permasalahan sampah yang terjadi di Bali. Produksi sampah di Bali terus meningkat setiap tahun, tercatat sebanyak 662.835 ton pada tahun 2020 dan mencapai 1.815 ton/hari [1].

Setiap individu harus turut berkontribusi dalam penanganan masalah sampah. Langkah-langkah utama dalam mengelola sampah yang benar adalah dengan prinsip 3R, yang pertama *reduce* (mengurangi) merupakan suatu cara untuk meminimalisir penggunaan barang atau material, yang kedua *reuse* (menggunakan kembali)

merupakan suatu cara untuk meminimalisir sampah plastik dengan menggunakan barang yang dapat dipakai berulang, dan yang ketiga *recycle* (mendaur ulang) merupakan suatu cara untuk meminimalisir sampah plastik dengan mendaur ulang sampah plastik sehingga memiliki nilai tambah [2]. Penelitian ini dilakukan berdasarkan salah satu prinsip dari 3R, sebagaimana dijelaskan sebelumnya, yaitu dengan mendaur ulang (*recycle*) sampah plastik yang kemudian akan dijadikan batu tempel dengan campuran penguat berupa pasir dan batu apung.

Berdasarkan salah satu pengaplikasiannya yaitu di luar ruangan, batu tempel tentunya akan terkena air hujan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada batu tempel dikarenakan unsur-unsur yang terkandung pada air hujan meliputi uap air, garam, asam sulfat, asam nitrat dan karbon. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui ketangguhan (*impact*) dan kerusakan

batu tempel yang direndam dengan salah satu zat yang terkandung pada air hujan (natrium sulfat) dengan konsentrasi natrium sulfat 5%, 10% dan 15% dengan komposisi berat batu tempel komposit 1 : 2 : 1 (Plastik:Pasir:Batuan apung). Penggunaan konsentrasi natrium sulfat tersebut berlandaskan dari sifat kimia dari air hujan yang memiliki kandungan garam yang dapat mempengaruhi kekuatan dan keawetan batu tempel.

Beberapa batasan yang ditetapkan pada penelitian kali ini meliputi: pembatasan suatu masalah sangat penting digunakan untuk meminimalisir adanya multitafsir maupun penyimpangan masalah, sehingga dapat memudahkan peneliti dalam mencapai tujuan. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Plastik yang digunakan yaitu jenis limbah sampah kantong plastik HDPE (*high density polyethylene*)
2. Bahan penguat yang digunakan yaitu pasir dari daerah Karangasem dengan ukuran 10-6 mesh dan batu apung dari daerah Lombok dengan ukuran 2-4 mesh
3. Perlakuan terhadap spesimen menggunakan larutan natrium sulfat 5%, 10% dan 15%
4. Perlakuan terhadap spesimen menggunakan larutan natrium sulfat yang diproduksi oleh PT. Asia Pacific Rayon
5. Proses pengadukan bahan diasumsikan sudah homogen
6. Proses pencetakan spesimen diasumsikan tekanan merata dan sama besar.
7. Kadar air tidak diperhitungkan

2. Dasar Teori

2.1. Ketangguhan Impact

Uji impact perlu dilakukan pada suatu material untuk mengetahui ketahanan bahan terhadap beban kejutan atau beban tiba-tiba. Pengujian ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Perhitungan pada pengujian ini menggunakan persamaan yang ada pada standar pengujian ASTM D 6110.



Gambar 1. Uji impact

Prinsip kerja uji impact adalah memberi pembebanan dengan kecepatan tinggi sehingga material yang diuji akan menyerap energi dan akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada material

berupa patah atau bengkok. Rumus untuk energi yang diserap adalah sebagai berikut [3] :

$$\text{Energi Awal, } E_0 = W h_1 = W.I (1 - \cos \alpha) \quad (1)$$

$$\text{Energi Akhir, } E_1 = W h_2 = W.I (1 - \cos \beta) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \Delta E &= E_0 - E_1 \\ &= W (h_0 - h_1) \\ &= W.I (\cos \alpha - \cos \beta) \end{aligned} \quad (3)$$

Keterangan:

W = Berat dari pendulum (N).

α = Sudut Awal ($^\circ$).

h_0 = Tinggi bandul sebelum dilepas (m).

h_1 = Tinggi bandul setelah dilepas (m).

β = Sudut Akhir ($^\circ$).

I = Lengan bandul (m)

ΔE = Energi yang diserap (J)

Untuk mengetahui ketangguhan impact pada specimen tersebut dicari dengan rumus berikut :

$$I_s = \frac{\Delta E}{A}$$

Keterangan :

I_s = Kekuatan Impact (J/mm^2)

A = Luas Penampang (mm^2)

2.2 Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*)

Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah karbon dan hidrogen. Pada umumnya, plastik memiliki densitas yang rendah, memiliki kekuatan mekanis yang bervariasi, ketahanan bahan kimia yang bervariasi, ketahanan terhadap panas yang bervariasi dan bersifat isolator plastik juga memiliki sifat yang ringan dan tahan korosi [4]. Jenis plastik HDPE bersifat kuat, keras dan tahan terhadap suhu tinggi, maka dari itu bahan plastik ini banyak digunakan untuk wadah minuman panas, makanan, kantong plastik dll. Tetapi jenis plastik HDPE tidak disarankan untuk penggunaan berulang. Plastik Jenis HDPE dapat di daur ulang Kembali untuk pembuatan pipa dan ember. [5]

2.3 Batu Apung

Batu apung (*pumice*) adalah jenis batu yang banyak di temukan di daerah gunung berapi. Zat kimia yang terkandung pada batu apung adalah SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , KaO , MgO , TiO_2 , SO_3 , dan [6].

2.4 Pasir Alam

Pasir alam adalah salah satu bahan yang dapat digunakan untuk agregat halus dalam pembuatan batu tempel maupun beton.

2.5 Natrium Sulfat

Natrium sulfat pada umumnya terbentuk dari asam sulfur yang berupa padatan kristal putih. Rumus kimia dari senyawa Natrium sulfat adalah Na_2SO_4 . Senyawa ini biasanya diperoleh dari air laut dan terdapat secara alami di dalam tanah dapat juga

diperoleh dari reaksi senyawa natrium yaitu NaCl (garam) dengan H_2SO_4 (Asam Sulfat) [7].

2.6 Uji mikrostruktur

Pengamatan foto mikro merupakan teknik yang digunakan untuk mempelajari morfologi permukaan suatu sampel bahan yang akan diamati. mikrostruktur dapat menghasilkan gambar permukaan komposit pada perbesaran yang diinginkan. Pengamatan mikroskopis komposit dapat mengungkapkan bentuk permukaan komposit, mode kegagalan permukaan komposit, porositas / rongga, dan kepadatan. Proses pengamatan mikro dilakukan di laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Universitas Udayana.

3. Metode Penelitian

3.1 Proses Pembuatan Spesimen

1. Mempersiapkan bahan yang akan digunakan berupa plastik HDPE (*High Density Polyethylene*), pasir dan batu apung
2. Mencacah plastik menggunakan mesin pencacah menjadi serpihan-serpihan kecil
3. Membersihkan limbah plastik yang sudah dicacah kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu $70^\circ C$ selama 24 jam
4. Memilah pasir agar berukuran 10-6 mesh dan batu apung 2-4 mesh dengan cara diayak
5. Siapkan bahan-bahan yang akan dicampur berupa cacahan plastik, pasir dan batu apung dengan menggunakan perbandingan fraksi berat 1 : 2 : 1 (plastik : Pasir : batu apung)
6. Tungku dipanaskan hingga suhu $200^\circ C$, ini dilakukan karena plastik HDPE mengalami titik leleh yang sempurna pada suhu $200^\circ C$
7. Selanjutnya menuangkan bahan-bahan yang sudah disiapkan sesuai dengan perbandingan yang digunakan kedalam tungku yang sudah dipanaskan
8. Setelah semua bahan masuk kedalam tungku, tungku selama 25 menit agar semua bahan tercampur dengan sempurna
9. Mencetak batu tempel dengan menuangkan campuran plastik, pasir dan batu apung ke cetakan dan ditekan menggunakan alat press hidrolik sebesar $41,78 \text{ kg/cm}^2$
10. Memotong batu paras silakarang dan batu tempel yang sudah dicetak menjadi ukuran $126\text{mm} \times 12,7\text{mm} \times 12,7\text{mm}$ sesuai dengan ASTM D6110.
11. Dilakukan pengamatan bentuk fisik, untuk memastikan tidak adanya penumpukan void pada satu area
12. Spesimen siap uji



Gambar 2. Spesimen Uji

3.2 Perlakuan Dengan Natrium Sulfat

Spesimen uji ditimbang beratnya terlebih dahulu sebelum direndam dengan natrium sulfat. Perendaman specimen dilakukan selama 30 hari dengan konsentrasi natrium sulfat 5%, 10%, dan 15%. Setelah selesai, specimen dikeringkan terlebih dahulu dengan menggunakan oven pada suhu $70^\circ C$ ga berat specimen tetap atau konstan. Persentase ghin kerusakan dihitung dengan cara membagikan selisih dari berat awal dan berat akhir dengan berat %awal, kemudian dikalikan dengan 100

$$\text{Persentase kerusakan} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

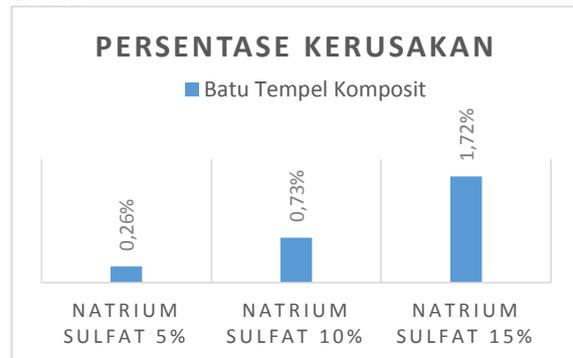


Gambar 3. Perendaman Dengan Natrium Sulfat

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Hasil Uji Kerusakan Akibat Perlakuan Dengan Natrium Sulfat

Spesimen diuji dengan perlakuan terhadap natrium sulfat selama 30 hari dengan variasi konsentrasi natrium sulfat 5%, 10% dan 15%. Data persentase kerusakan dapat dilihat pada grafik berikut



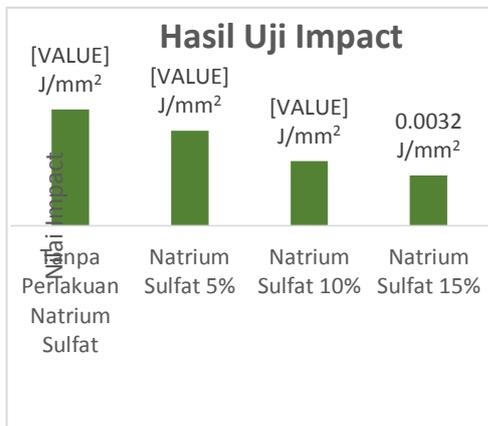
Gambar 4. Grafik Persentase Kerusakan

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa natrium sulfat mempengaruhi kerusakan specimen. Perlakuan perendaman dengan natrium sulfat menimbulkan terjadinya interaksi specimen dengan larutan asam yang mengakibatkan pertukaran ion Na yang terdapat pada specimen dengan ion hydrogen yang terdapat pada larutan asam, hal ini sejalan dengan serangan asam pada ikatan Si-O-Al yang berakibat melekasnya ion aluminium dan asam silikat yang kemudian ion aluminium larut menjadi larutan asam yang dapat menyebabkan kehilangan berat dan berkurangnya kekuatan dari specimen [8].

Hasil dari pengujian menunjukkan kerusakan tertinggi yang diakibatkan oleh natrium sulfat berada pada specimen dengan perendaman natrium sulfat 15% yaitu sebesar 1,72%. Sedangkan kerusakan terendah berada pada specimen dengan perendaman natrium sulfat 5% yaitu sebesar 0,26%.

4.2 Hasil Uji Impact

Data hasil uji impact didapatkan setelah pengujian dilakukan di laboratorium Pengujian Bahan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji charpy impact non-ferrous (Time Testing Machine) dan mengikuti standar pengujian yaitu ASTM D6110. Data hasil uji impact dapat dilihat pada grafik berikut ini

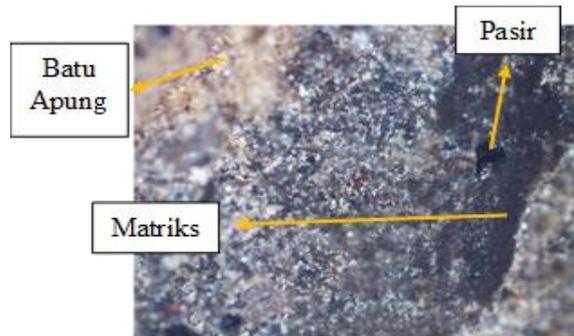


Gambar 5. Grafik Hasil Uji Impact

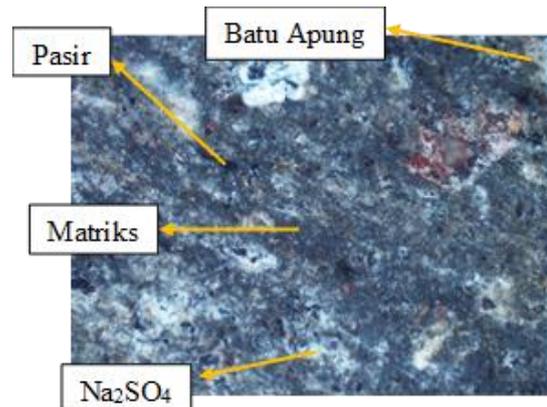
Dari hasil pengukuran, dapat diketahui bahwa penambahan konsentrasi natrium sulfat mempengaruhi nilai impact pada spesimen batu tempel komposit. Nilai impact tertinggi berada pada sampel batu tempel komposit tanpa adanya perlakuan dengan natrium sulfat, yaitu sebesar ,0073 J/mm². Sedangkan nilai impact terendah dimiliki oleh sampel komposit batu tempel yang direndam dengan natrium sulfat 15% dengan presentase sebesar 0,0032 J/mm². Hal ini sejalan dengan adanya perlakuan dengan larutan natrium sulfat yang merusak kedua jenis batu tersebut. Semakin tinggi konsentrasi natrium sulfat, maka semakin tinggi juga kerusakan yang terjadi pada batu tempel. Natrium sulfat merusak penguat dari batu tempel, yaitu batu apung.

4.3 Hasil uji microstructure

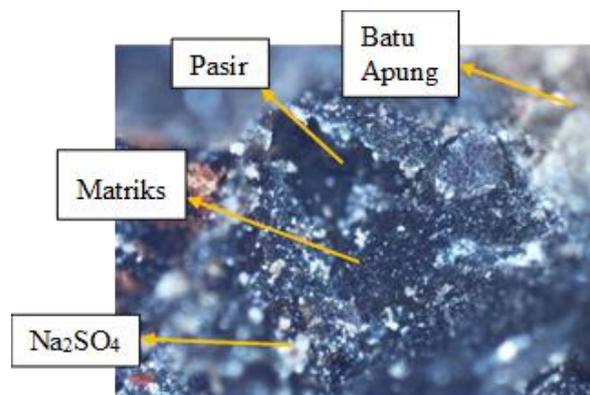
Uji microstructure dilakukan untuk mengamati morfologi pada batu tempel komposit dengan plastic HDPE sebagai matriknya. Perlakuan natrium sulfat yang berbeda membuat struktur mikro pada sampel uji berbeda juga.. Perbesaran yang digunakan adalah 5x. Uji microstructure dilaksanakan di Lab Metalurgi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. pengamatan dapat dilihat pada gambar 6, gambar 7, gambar 8, dan gambar 9 sebagai berikut:



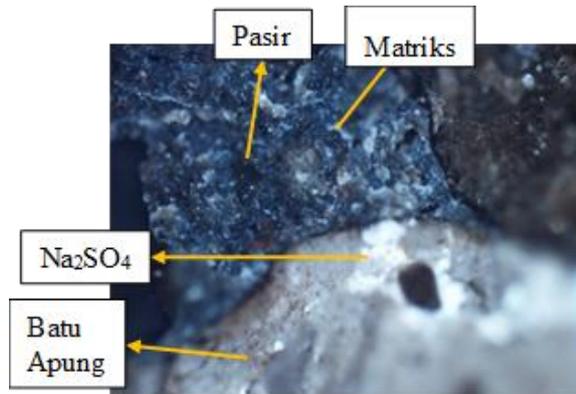
Gambar 6. Foto micro specimen tanpa perendaman natrium sulfat dengan pembesaran 5x



Gambar 7. Foto Mikro Spesimen Dengan Perendaman 5% Natrium Sulfat Dengan Pembesaran 5x



Gambar 8. Foto Mikro Spesimen Dengan Perendaman 10% Natrium Sulfat Dengan Pembesaran 5x



Gambar 9. Foto Mikro Spesimen Dengan Perendaman 15% Natrium Sulfat Dengan Pembesaran 5x

5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh natrium sulfat terhadap kerusakan dan kekuatan impact batu tempel berbahan plastik, pasir dan batu apung (1 : 2 : 1) dan batu paras Silakarang dengan perlakuan yang sama, dapat disimpulkan bahwa :

1. Perlakuan spesimen dengan natrium sulfat mempengaruhi presentase kerusakan spesimen. Semakin besar konsentrasi natrium sulfatnya, maka presentase kerusakan yang terjadi meningkat juga. Dalam penelitian ini, dapat diketahui juga bahwa batu tempel plastik persentase kerusakannya lebih kecil dibandingkan dengan batu paras Silakarang, dikarenakan batu paras Silakarang menyerap natrium sulfat lebih banyak yang menyebabkan reaksi dengan natrium sulfat lebih kuat dan batu paras memiliki porositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan batu tempel berbahan plastik sebagai matriksnya.
2. Presentase natrium sulfat berpengaruh terhadap kekuatan impact dari spesimen, bahwa semakin tinggi presentase natrium sulfat maka nilai impact spesimen semakin menurun. Hal ini sejalan dengan persentase kerusakan yang terjadi pada spesimen bahwa semakin tinggi kerusakkan yang terjadi, maka nilai impact yang dimiliki spesimen semakin rendah. Hasil uji impact menunjukkan bahwa batu tempel dengan campuran bahan plastik, pasir dan batu apung (1 : 2 : 1) memiliki ketangguhan impact lebih tinggi dibandingkan dengan batu paras Silakarang.
3. Dari hasil foto mikro menunjukkan bahwa perlakuan natrium sulfat dengan konsentrasi lebih tinggi mengakibatkan pembentukan kristal putih yang lebih banyak yang menyebabkan kerusakkan pada batu tempel.

Daftar Pustaka

- [1] SIPSN. (2020). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. Diakses pada 22 September 2021. SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (menlhk.go.id)
- [2] Lahtela, V., Hyvärinen, M., & Kärki, T. (2019). Composition of plastic fractions in waste streams: Toward more efficient recycling and utilization. *Polymers*, 11(1), 69.
- [3] ASTM Standard D 6110-97, "Standard Test Methods for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics", Annual Book of ASTM Standard, USA, 2002.
- [4] Suardiana W I, Suardana N P G, Kencanawati C I P K. (2020). Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Daya Serap Air dan Keausan Pada Paving Block Plastik-Pasir. Seminar Nasional TEKNOKA ke - 5, Vol. 5, 2020. ISSN No. 2502-8782
- [5] Surono U & Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*, Vol. 1
- [6] Wikana I & M.A.S, Harefa. (2013). Tinjauan Penggunaan Batu Apung Dan Tumbukan Genteng Keramik Dengan Pengurangan Berat Semen Terhadap Karakteristik Batako Ringan Berkait. *Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 2/th XVIII/2013*.
- [7] Alviani. (2012). Pabrik Natrium Sulfat Dari Garam (NaCl) Dan Asam Sulfat Dengan Proses Garam – Asam Sulfat (Mannheim). Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- [8] Fadhilatul, R., & Sulistyanyingsih, T. (2020). Paving Block Berbahan Dasar Limbah Plastik Polyethylene Dan Bottom Ash. *Prosiding*, 138

	<p>Jonathan Lasrio menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan rekayasa manufaktur</p>	